



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 42 16 730 A 1**

⑤① Int. Cl.⁵:
H01 J 37/244
H 01 J 37/256
H 01 J 37/147
G 01 R 31/305

②① Aktenzeichen: P 42 16 730.2
②② Anmeldetag: 20. 5. 92
④③ Offenlegungstag: 25. 11. 93

NSPAT. 54 224 86

DE 42 16 730 A 1

⑦① Anmelder:
ICT Integrated Circuit Testing Gesellschaft für
Halbleiterprüftechnik mbH, 8011 Heimstetten, DE

⑦④ Vertreter:
Tetzner, V., Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Dr.jur., Pat.- u.
Rechtsanw., 81479 München

⑦② Erfinder:
Herrmann, Karl Heinz, Prof. Dr.rer.nat., 7400
Tübingen, DE; Beck, Steffen, Dipl.-Phys., 8011
Heimstetten, DE; Feuerbaum, Hans Peter, Dipl.-Ing.
Dr., 8011 Heimstetten, DE; Frosien, Jürgen,
Dipl.-Phys. Dr., 8011 Heimstetten, DE; Lanio, Stefan,
Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., 8000 München, DE;
Schönecker, Gerold, Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., 8000
München, DE; Benez, Andreas, 7032 Sindelfingen,
DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 40 27 062 A1
DE 31 38 927 A1
EP 3 40 861 A1
EP 2 74 622 A1

⑤④ Rasterelektronenstrahlgerät

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Rasterelektronenstrahlgerät, bei dem zur Umlenkung eines vom Primärelektronenstrahl am Objekt ausgelösten Sekundärelektronenstrahles wenigstens ein elektrostatischer Spiegel vorgesehen ist. Vorzugsweise befindet sich dieser Spiegel außerhalb des Strahlenganges des Primärelektronenstrahles, wobei zwischen dem Objekt und dem Spiegel wenigstens ein elektronenoptisches Element vorgesehen ist, das eine Vorablenkung des Sekundärelektronenstrahles um einen geringen Winkel gegenüber dem Strahlengang des Primärelektronenstrahles bewirkt. Eine derartige Einrichtung ermöglicht es mit vergleichsweise geringem technischen Aufwand, den Sekundärelektronenstrahl um einen verhältnismäßig großen Winkel gegenüber dem geradachsig verlaufenden und unbeeinflussten Primärelektronenstrahl abzulenken.

DE 42 16 730 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Rasterelektronenstrahlgerät, insbesondere einen Elektronenstrahltester oder ein Rasterelektronenmikroskop, entsprechend dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Ein Rasterelektronenmikroskop gemäß dem Gattungsbegriff des Anspruchs 1 ist beispielsweise durch die Literaturstelle "Septieme Congres International de Microscopie Electronique, Grenoble (1970)", S. 205 bis 206 bekannt.

Der Primärelektronenstrahl durchsetzt hierbei eine von vier magnetischen Prismen gebildete Ablenkbrücke, durch die gleichzeitig der Sekundärelektronenstrahl so weit umgelenkt und vom Primärelektronenstrahl getrennt wird, daß er mittels eines Detektors erfaßt werden kann. Nachteilig ist bei dieser Ausführung vor allem die erforderliche mehrmalige Umlenkung des Primärelektronenstrahles. Sie erfordert einen großen technischen Aufwand, wenn einerseits Störeinträge auf den Primärelektronenstrahl vermieden und andererseits eine für den Einbau des Detektors günstige große Umlenkung des Sekundärelektronenstrahles erreicht werden sollen.

Mit ähnlichen Nachteilen ist ein Rasterelektronenmikroskop behaftet, das aus J. Vac. Sci. Technol. B 9(6), Nov/Dez 1991, S. 3010 bis 3014 bekannt ist. Hierbei erfolgt die Umlenkung des vom Primärelektronenstrahl am Objekt ausgelösten Sekundärelektronenstrahles durch ein Wienfilter. Ohne sehr großen technischen Aufwand und ohne negative Ausweitungen auf den Primärelektronenstrahl lassen sich jedoch mit einer derartigen Einrichtung nur kleine Umlenkwinkel für den Sekundärelektronenstrahl erzielen.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Rasterelektronenstrahlgerät entsprechend dem Oberbegriff des Anspruchs 1 so auszubilden, daß die Umlenkung des Sekundärelektronenstrahles um einen großen Winkel auf besonders einfache Weise erzielt wird.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch das kennzeichnende Merkmal des Anspruchs 1 gelöst. Zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Erfindungsgemäß enthalten die Einrichtungen zur Umlenkung des Sekundärelektronenstrahles wenigstens einen elektrostatischen Spiegel, der so angeordnet ist, daß er zumindest einen wesentlichen Teil des Sekundärelektronenstrahles erfaßt und umlenkt.

Besonders vorteilhaft ist hierbei, daß einerseits die gerade Achse des Primärelektronenstrahles beibehalten wird, andererseits jedoch mittels des elektrostatischen Spiegels die Umlenkung des Sekundärelektronenstrahles um einen großen Winkel und damit ein günstiger Einbau der Einrichtungen (Spektrometer oder Detektor) zur Weiterverarbeitung des umgelenkten Sekundärelektronenstrahles ermöglicht wird.

Bei einer besonders zweckmäßigen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Rasterelektronenstrahlgerätes ist der Spiegel außerhalb des Strahlenganges des Primärelektronenstrahles angeordnet, und es ist zwischen dem Objekt und dem Spiegel wenigstens ein elektronenoptisches Element vorgesehen, das eine Vorablenkung des Sekundärelektronenstrahles um einen geringen Winkel gegenüber dem Strahlengang des Primärelektronenstrahles bewirkt.

Für diese Vorablenkung des Sekundärelektronenstrahles kann vorteilhaft — wie noch an Ausführungsbeispielen näher erläutert wird — ein ein- oder zweistufiges Wienfilter Verwendung finden.

figes Wienfilter Verwendung finden.

Ein besonders wichtiges Anwendungsgebiet besitzt die Erfindung bei Rasterelektronenstrahlgeräten, bei denen der Primärelektronenstrahl auf eine Energie beschleunigt wird, die höher als die Endenergie ist, mit der er auf die Probe auftrifft. Bei derartigen Rasterelektronenstrahlgeräten sind Einrichtungen vorgesehen, durch die der Primärelektronenstrahl vor dem Auftreffen auf die Probe auf seine Endenergie abgebremst wird, wobei durch diese Einrichtungen zugleich der Sekundärelektronenstrahl vom Objekt abgesaugt und auf eine hohe Energie beschleunigt wird.

Durch die erfindungsgemäße Trennung des Primär- und Sekundärelektronenstrahles — vorzugsweise durch eine elektronenoptische Vorablenkung des Sekundärelektronenstrahles und eine anschließende Umlenkung über einen elektrostatischen Spiegel — läßt sich einerseits eine hohe Energie des Primärelektronenstrahles bis unmittelbar vor das Objekt aufrechterhalten (um auf diese Weise die Elektron-Elektron-Wechselwirkung zu minimieren), und andererseits eine Weiterverarbeitung des umgelenkten Sekundärelektronenstrahles erzielen, ohne die Leistungsfähigkeit der optischen Einrichtungen für den Primärelektronenstrahl zu beeinträchtigen.

Bei einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird erreicht, daß der Sekundärelektronenstrahl durch die Rasterung des Primärelektronenstrahles überhaupt nicht oder nur geringfügig beeinträchtigt wird. Dies wird dadurch erreicht, daß die zur Fokussierung des Primärelektronenstrahles auf das Objekt dienende Objektlinse und das — in Bewegungsrichtung des Primärelektronenstrahles betrachtet — im wesentlichen vor der Objektlinse angeordnete Ablenkensystem zur Auslenkung des Primärelektronenstrahles derart dimensioniert sind, daß der ausgelenkte Primärelektronenstrahl bei seiner Fokussierung durch die Objektlinse zugleich um etwa 90° gegenüber der Auslenkrichtung gedreht wird, so daß der gleichfalls um etwa 90° gedrehte Sekundärelektronenstrahl das Ablenkensystem unter einem Winkel erreicht, der dem negativen Auslenkwinkel des Primärelektronenstrahles entspricht. Auf diese Weise verläßt dann der Sekundärelektronenstrahl das Ablenkensystem im wesentlichen axial und tritt damit — unabhängig von der Rasterauslenkung des Primärelektronenstrahles — stets nahezu axial in die erfindungsgemäßen Einrichtungen zur Umlenkung des Sekundärelektronenstrahles ein.

Einige Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung veranschaulicht.

Es zeigt

Fig. 1 ein erfindungsgemäßes Rasterelektronenmikroskop in schematischer Darstellung;

Fig. 2 einen erfindungsgemäßen Elektronenstrahltester in schematischer Darstellung;

Fig. 3 eine Variante des in Fig. 2 veranschaulichten Elektronenstrahltesters,

Fig. 4 eine schematische Darstellung eines elektrostatischen Spiegels mit einer Öffnung zum Durchtritt des Primärelektronenstrahles,

Fig. 5 und 6 Aufsicht und Seitenansicht eines einstufigen Wienfilters,

Fig. 7 Kombination eines einstufigen Wienfilters mit einem elektrostatischen Spiegel,

Fig. 8 Kombination eines zweistufigen Wienfilters mit einem elektrostatischen Spiegel,

Fig. 9 und 10 eine Variante der Anordnung gemäß Fig. 7,

Fig. 11 und 12 eine Variante der Anordnung gemäß

Fig. 8,

Fig. 13, 14 und 15 Seitenansicht und zwei Aufsichten eines weiteren Ausführungsbeispiel es.

Das in Fig. 1 ganz schematisch veranschaulichte erfindungsgemäße Rasterelektronenmikroskop enthält eine Elektronenquelle 1 zur Erzeugung eines Primärelektronenstrahles 2. Hierbei kann es sich um eine thermische Elektronenquelle, beispielsweise mit Wolfram- oder LaB_6 -Kathode, um eine thermische Feldemissionskathode oder um eine kalte Feldemissionskathode handeln.

Weiterhin enthält das Rasterelektronenmikroskop gemäß Fig. 1 eine Kondensorlinse 3, die einstufig als Einzellinse oder auch als mehrstufiges Linsensystem ausgebildet sein kann. Es ist ferner eine Objektlinse 4 sowie ein Rasterablenksystem 5 vorgesehen, das ein- oder zweistufig aufgebaut sein kann.

Justierablenelemente, Stigmatoren und Blenden sind der Übersichtlichkeit wegen in Fig. 1 nicht dargestellt.

Die durch den Primärelektronenstrahl 2 an einer das Objekt 6 bildenden Probe ausgelösten Sekundärelektronen werden durch eine Extraktionselektrode 7 abgesaugt. Die Extraktionsspannung dieser Elektrode 7 beträgt typischerweise einige 10 bis einige 100 V.

Im Strahlengang des Sekundärelektronenstrahles 8 befindet sich ein elektrostatischer Spiegel 9, der den Sekundärelektronenstrahl umlenkt und einem Detektor 10 zuführt.

Die Einzelheiten der Umlenkung des Sekundärelektronenstrahles 8 werden noch anhand der Fig. 4 bis 15 erläutert.

Fig. 2 zeigt einen erfindungsgemäßen Elektronenstrahltester. Für gleiche Bauelemente sind dabei gleiche Bezugszeichen wie in Fig. 1 verwendet.

Der Primärelektronenstrahl 2 wird hier zunächst mittels einer Beschleunigungselektrode 11 auf eine hohe Energie zwischenbeschleunigt. Da die Extraktionselektrode 7 mit der Beschleunigungselektrode 11 leitend verbunden ist, entspricht die Absaugspannung der Extraktionselektrode 7 der Zwischenbeschleunigungsspannung der Beschleunigungselektrode 11.

Das Objekt 6 wird durch eine integrierte Schaltung gebildet, die in üblicher Weise mit Spannung versorgt wird. Der durch den Spiegel 9 umgelenkte Sekundärelektronenstrahl wird einem Spektrometer 10' zugeführt. Der Blanker des Elektronenstrahltesters gemäß Fig. 2 ist mit 12 bezeichnet. Es kann aber auch anstelle des Blankers eine gepulste Kathode, z. B. eine gepulste Fotokathode verwendet werden.

Bei der in Fig. 3 dargestellten Variante des Elektronenstrahltesters gemäß Fig. 2 ist eine zusätzliche Absaugelektrode 13 vorgesehen, um am Ort der Probe eine variable Feldstärke zu erzielen.

Im Rahmen der Erfindung sind selbstverständlich Abwandlungen der anhand der Fig. 1 bis 3 veranschaulichten Rasterelektronenstrahlgeräte möglich. So kann auch das Rasterelektronenmikroskop gemäß Fig. 1 mit Zwischenbeschleunigung des Primärelektronenstrahles ausgeführt werden. Die Elektronenstrahltester der Fig. 2 und 3 können ferner — entsprechend dem Prinzip von Fig. 1 — ohne Zwischenbeschleunigung ausgeführt werden.

Anhand der Fig. 4 bis 15 seien nun verschiedene Möglichkeiten für die Umlenkung des Sekundärelektronenstrahles erläutert.

Fig. 4 zeigt einen elektrostatischen Spiegel 19, der im Strahlengang des Primärelektronenstrahles 2 angeordnet und mit einer Öffnung 20 zum Durchtritt des Pri-

märelektronenstrahles versehen ist.

Der Spiegel 19 enthält eine Abschirmelektrode 21, eine Spiegelelektrode 22 sowie ein Abschlußgitter 23.

Das Abschlußgitter 23 befindet sich auf dem Potential der Extraktionselektrode 7 (vgl. Fig. 1, 2 und 3). Es hat die Aufgabe, die beschleunigten Sekundärelektronen mit der der Extraktionsspannung entsprechenden Energie an den Spiegel heranzuführen. Weiterhin schirmt das Abschlußgitter 23 die an die Spiegelelektrode 22 gelegte Spannung ab. Die gleiche Aufgabe hat die Abschirmelektrode 21 auf der Spiegelmückseite.

Die Spannung der Spiegelelektrode 22 ist im allgemeinen etwas negativer als die entsprechende Energie der Sekundärelektronen, damit die Sekundärelektronen abgebremst werden, um anschließend — vom Abschlußgitter 23 erneut beschleunigt — den Spiegel wieder zu verlassen.

Der Sekundärelektronenstrahl 8 verläßt den Spiegel 19 unter dem doppelten Neigungswinkel des Spiegels. Bei der Anordnung gemäß Fig. 4 beträgt der Neigungswinkel 45° , der Spiegelwinkel somit 90° .

Durch den elektrostatischen Spiegel 19 werden die Sekundärelektronen somit zunächst abgebremst, dann an einer negativen Äquipotentialfläche gespiegelt und anschließend wieder beschleunigt, so daß sie die Anordnung mit hoher Energie verlassen. Nach außen hin erscheint diese Anordnung wie ein ebener Spiegel. Es können aber auch anders geformte Spiegel verwendet werden, sofern dies für die nachfolgende Detektion nützlich ist. Es können z. B. Kugelspiegel, Parabolspiegel oder ähnliches eingesetzt werden.

Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 4, bei dem der Spiegel 19 im Strahlengang des Primärelektronenstrahles angeordnet und keine Vorablenkung für den Sekundärelektronenstrahl vorgesehen ist, muß der Spiegel 19 mit der bereits erwähnten Öffnung 20 für den Primärelektronenstrahl versehen sein. Diese Öffnung kann allerdings sehr klein gehalten werden.

Anhand der Fig. 5 bis 15 werden im folgenden Ausführungen erläutert, bei denen der Spiegel außerhalb des Strahlenganges des Primärelektronenstrahles angeordnet ist und zwischen dem Objekt und dem Spiegel ein elektronenoptisches Element vorgesehen ist, das eine Vorablenkung des Sekundärelektronenstrahles um einen geringen Winkel gegenüber dem Strahlengang des Primärelektronenstrahles bewirkt.

In den Fig. 5 und 6 ist ein einstufiges Wienfilter 28 in Aufsicht und Seitenansicht schematisch veranschaulicht. Es enthält ein von zwei Elektroden 24, 25 erzeugtes elektrisches Feld (Feldlinien E) sowie ein von einem elektromagnetischen System 26, 27 erzeugtes Magnetfeld (Feldlinien B). Das elektrische und magnetische Feld verlaufen senkrecht zueinander und außerdem senkrecht zur Achse des Primärelektronenstrahles 2. Das elektrische und magnetische Feld sollen zweckmäßig gleiche Feldform besitzen.

Wie die in Fig. 6 dargestellte Seitenansicht des Wienfilters zeigt, besitzt der Primärelektronenstrahl 2 in der Mitte des Wienfilters oder in ihrer unmittelbaren Nähe einen Strahlüberkreuzungspunkt. Auf diese Weise werden die in der ersten Feldhälfte des Wienfilters erzeugten Fehlereinflüsse im wesentlichen durch die Einflüsse der zweiten Feldhälfte kompensiert. Durch geeignete Polung des elektrischen und magnetischen Feldes heben sich für den Primärelektronenstrahl 2 die Wirkung des elektrischen und magnetischen Feldes gegenseitig auf, so daß der Primärelektronenstrahl 2 ohne Ablenkung durch das Wienfilter hindurchtritt. Der in entgegenge-

setzter Richtung verlaufende Sekundärelektronenstrahl 8 wird dagegen durch die kombinierte Wirkung des elektrischen und magnetischen Feldes in der aus Fig. 6 ersichtlichen Weise abgelenkt.

Fig. 7 zeigt die Kombination eines Wienfilters 28 (gemäß den Fig. 5 und 6) mit einem elektrostatischen Spiegel 19 (gemäß Fig. 4). Durch das Wienfilter 28 erfährt der Sekundärelektronenstrahl 8 eine Vorablenkung um einen geringen Winkel gegenüber dem Strahlengang des Primärelektronenstrahles 2. Der außerhalb des Strahlenganges des Primärelektronenstrahles 2 angeordnete elektrostatische Spiegel 19 bewirkt dann eine starke Umlenkung des Sekundärelektronenstrahles 8.

Fig. 8 veranschaulicht eine Anordnung mit einem aus den Stufen 29 und 30 bestehenden zweistufigen Wienfilter und einem elektrostatischen Spiegel 19. Die beiden Stufen 29, 30 dieses Wienfilters besitzen umgekehrte Polarität des elektrischen und magnetischen Feldes und werden vom Primärelektronenstrahl 2 nacheinander durchsetzt, während der Sekundärelektronenstrahl 8 nur durch die zwischen dem (nicht dargestellten) Objekt und dem Spiegel 19 angeordnete zweite Stufe 30 des Wienfilters hindurchtritt. Diese zweite Stufe 30 des Wienfilters bildet damit das elektronenoptische Element zur Vorablenkung des Sekundärelektronenstrahles 8 um einen geringen Winkel gegenüber dem Strahlengang des Primärelektronenstrahles 2. Ebenso wie bei dem zuvor erläuterten Ausführungsbeispiel wird auch bei der Variante gemäß Fig. 8 der Primärelektronenstrahl 2 durch das Wienfilter nicht ausgelenkt, sondern lediglich gespreizt (dispergiert), wobei in den beiden Stufen 29 und 30 eine entgegengesetzte, sich kompensierende Spreizung erfolgt.

Die Fig. 9 und 10 zeigen den für die Erfindung wesentlichen Teil eines Rasterelektronenstrahlgerätes (Elektronenstrahltester oder Rasterelektronenmikroskop), das ein einstufiges Wienfilter 28, zwei elektrostatische Spiegel 19a, 19b sowie zwei (durch Detektoren bzw. Spektrometer gebildete) Einrichtungen 10a, 10b zur Weiterverarbeitung des umgelenkten Sekundärelektronenstrahles 8 aufweist. Die beiden Spiegel 19a, 19b sind außerhalb des Strahlenganges des Primärelektronenstrahles 2 auf entgegengesetzten Seiten dieses Strahles angeordnet. Das zwischen dem (nicht dargestellten) Objekt und den Spiegeln 19a, 19b angeordnete Wienfilter 28 ist in der Polarität seines elektrischen und magnetischen Feldes umschaltbar, so daß der Sekundärelektronenstrahl 8 wahlweise (vgl. Fig. 9 und 10) über einen der beiden Spiegel 19a bzw. 19b der einen oder anderen weiterverarbeitenden Einrichtung 10a bzw. 10b zugeführt werden kann.

Die Fig. 11 und 12 veranschaulichen eine Variante der Ausführung gemäß den Fig. 9 und 10. Anstelle eines einstufigen Wienfilters 28 ist bei der Anordnung der Fig. 11 und 12 ein aus den beiden Stufen 29 und 30 bestehendes Wienfilter vorgesehen, wobei die Spiegel 19a, 19b zwischen diesen beiden Stufen angeordnet sind. Durch Umschalten der elektrischen und magnetischen Polarität beider Stufen 29, 30 dieses Wienfilters kann der Sekundärelektronenstrahl 8 der einen oder anderen weiterverarbeitenden Einrichtung 10a, 10b zugeführt werden.

Die Fig. 13 bis 15 zeigen schließlich ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel, bei dem der Sekundärelektronenstrahl 8 bei der Rasterung des Primärelektronenstrahles 2 nicht oder nur geringfügig ausgelenkt wird, was durch eine geeignete — Anordnung und Dimensionierung — der zur Fokussierung des Primärelektronenstrahles 2

dienenden Objektivlinse 31 und des zur Rasterauslenkung des Primärelektronenstrahles 2 dienenden Ablenkensystems 32 erreicht wird.

Fig. 13 zeigt den Bereich vor dem Objekt 6. Die Symmetrieachse ist mit 33 bezeichnet. Der Primärelektronenstrahl 2 kommt zunächst unter den Einfluß des Ablenkensystems 32 und dann unter die Wirkung der Objektivlinse 31. Dabei wird ausgenutzt, daß die magnetische Objektivlinse 31 bei der Fokussierung des Primärelektronenstrahles 2 gleichzeitig eine Drehung auf den Elektronenstrahl ausübt. Im einzelnen ist die Wirkungsweise wie folgt:

Der Primärelektronenstrahl 2 wird durch das Ablenkensystem 32 abgelenkt (in der Darstellung gemäß Fig. 14 nach links, vgl. Pfeil 35). Wenn er anschließend das Linsenfeld der Objektivlinse 31 (oder einen Teil davon) durchsetzt, so wird er hierdurch gedreht (und zwar im Uhrzeigersinn bei Betrachtung der Fig. 14). Der Primärelektronenstrahl 2 beschreibt damit eine Schraubenbewegung.

Die Objektivlinse 31 und das Ablenkensystem 32 sind nun so angeordnet und dimensioniert, daß bei der Fokussierung des Primärelektronenstrahles 2 auf die Oberfläche des Objektes 6 die Drehung (gegenüber der durch den Pfeil 35 angedeuteten Ablenkrichtung) gerade 90° ausmacht. Der Primärelektronenstrahl 2 trifft damit im Punkt A auf das Objekt 6.

Die dort ausgelösten Sekundärelektronen werden durch die Extraktionselektrode 7 abgesaugt und auf eine hohe Energie beschleunigt. Der Sekundärelektronenstrahl 8 besitzt daher eine ähnliche Energie und ein ähnliches Verhalten wie der Primärelektronenstrahl 2. Wenn der Sekundärelektronenstrahl 8 das Magnetfeld der Objektivlinse 31 durchsetzt, wird er gleichfalls um nahezu 90° auf einer Schraubenbahn im selben Drehsinn gedreht (vgl. Fig. 15) und erreicht damit das Ablenkensystem 32 unter einem Winkel, der gerade dem negativen Auslenkwinkel des Primärelektronenstrahles 2 entspricht.

Beim Durchgang durch das Ablenkensystem 32 wird der Sekundärelektronenstrahl 8 um einen Winkel abgelenkt, der seinen Einfallswinkel gerade wieder kompensiert. Der Sekundärelektronenstrahl 8 verläßt damit das Ablenkensystem 32 weitestgehend axial. Dies bedeutet, daß — unabhängig von der Rasterauslenkung des Primärelektronenstrahles 2 — der Sekundärelektronenstrahl 8 stets nahezu axial in die sich dann anschließende erfindungsgemäße Einrichtung zur Umlenkung des Sekundärelektronenstrahles 8 eintritt.

Patentansprüche

1. Rasterelektronenstrahlgerät, insbesondere Elektronenstrahltester oder Rasterelektronenmikroskop, enthaltend

- a) einen Elektronenquelle zur Erzeugung eines Primärelektronenstrahles,
- b) Einrichtungen zur Beeinflussung des Primärelektronenstrahles zwischen der Elektronenquelle und einem Objekt,
- c) Einrichtungen zur Umlenkung eines vom Primärelektronenstrahl am Objekt ausgelösten Sekundärelektronenstrahles,
- d) Einrichtungen, insbesondere Spektrometer oder Detektor, zur Weiterverarbeitung des umgelenkten Sekundärelektronenstrahles, **dadurch gekennzeichnet, daß**
- e) die Einrichtungen zur Umlenkung des Se-

kundärelektronenstrahles wenigstens einen elektrostatischen Spiegel (9, 19) enthalten, der 30 angeordnet ist, daß er zumindest einen wesentlichen Teil des Sekundärelektronenstrahles (8) erfaßt und umlenkt.

2. Rasterelektronenstrahlgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Spiegel (19) außerhalb des Strahlenganges des Primärelektronenstrahles (2) angeordnet ist und zwischen dem Objekt (6) und dem Spiegel (19) wenigstens ein elektronenoptisches Element vorgesehen ist, das eine Vorablenkung des Sekundärelektronenstrahles um einen geringen Winkel gegenüber dem Strahlengang des Primärelektronenstrahles bewirkt.

3. Rasterelektronenstrahlgerät nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das die Vorablenkung des Sekundärelektronenstrahles (8) bewirkende elektronenoptische Element durch ein einstufiges Wienfilter (28) gebildet wird, in dessen Mitte zumindest näherungsweise ein Strahlüberkreuzungspunkt des Primärelektronenstrahles (2) liegt.

4. Rasterelektronenstrahlgerät nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das die Vorablenkung des Sekundärelektronenstrahles (8) bewirkende elektronenoptische Element durch die eine Stufe (30) eines zweistufigen Wienfilters (29, 30) gebildet wird, wobei die beiden Stufen dieses Wienfilters umgekehrte Polarität besitzen und vom Primärelektronenstrahl (2) nacheinander durchgesetzt werden, während der Sekundärelektronenstrahl (8) nur durch die zwischen dem Objekt (6) und dem Spiegel (19) angeordnete Stufe (30) des Wienfilters hindurchtritt.

5. Rasterelektronenstrahlgerät nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch

f) Einrichtungen zur Beschleunigung des Primärelektronenstrahles (2) auf eine Energie, die höher ist als die Endenergie, mit der der Primärelektronenstrahl auf das Objekt (6) auftrifft,

g) sowie Einrichtungen, durch die der Primärelektronenstrahl (2) vor dem Auftreffen auf das Objekt auf seine Endenergie abgebremst wird.

6. Rasterelektronenstrahlgerät nach Anspruch 1, enthaltend

f) ein Ablenssystem (32) zur Auslenkung des Primärelektronenstrahles (2),

g) sowie eine Objektivlinse (31) zur Fokussierung des Primärelektronenstrahles auf das Objekt (6), dadurch gekennzeichnet, daß

h) die Objektivlinse (31) und das — in Bewegungsrichtung des Primärelektronenstrahles (2) betrachtet — im wesentlichen vor der Objektivlinse (31) angeordnete Ablenssystem (32) derart dimensioniert sind, daß der ausgeblendete Primärelektronenstrahl bei seiner Fokussierung durch die Objektivlinse zugleich um etwa 90° gegenüber der Auslenkrichtung (Pfeil 35) gedreht wird, so daß der gleichfalls um etwa 90° gedrehte Sekundärelektronenstrahl (8) das Ablenssystem (32) unter einem Winkel erreicht, der dem negativen Auslenkwinkel des Primärelektronenstrahles (2) entspricht.

7. Rasterelektronenstrahlgerät nach Anspruch 2, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

f) außerhalb des Strahlenganges des Primär-

elektronenstrahles (2) sind zwei elektrostatische Spiegel (19a, 19b) angeordnet, g) das zwischen dem Objekt (6) und den Spiegeln angeordnete elektronenoptische Element ist derart umschaltbar, daß der Sekundärelektronenstrahl (8) wahlweise auf den einen oder anderen Spiegel trifft; zur Weiterverarbeitung des durch den einen oder anderen Spiegel umgelenkten Sekundärelektronenstrahles sind zwei alternativ wirksame Einrichtungen (10a, 10b) vorgesehen.

8. Elektronenstrahlgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Spiegel (19) im Strahlengang des Primärelektronenstrahles (2) angeordnet und mit einer Öffnung (20) zum Durchtritt des Primärelektronenstrahles versehen ist.

Hierzu 11 Seite(n) Zeichnungen

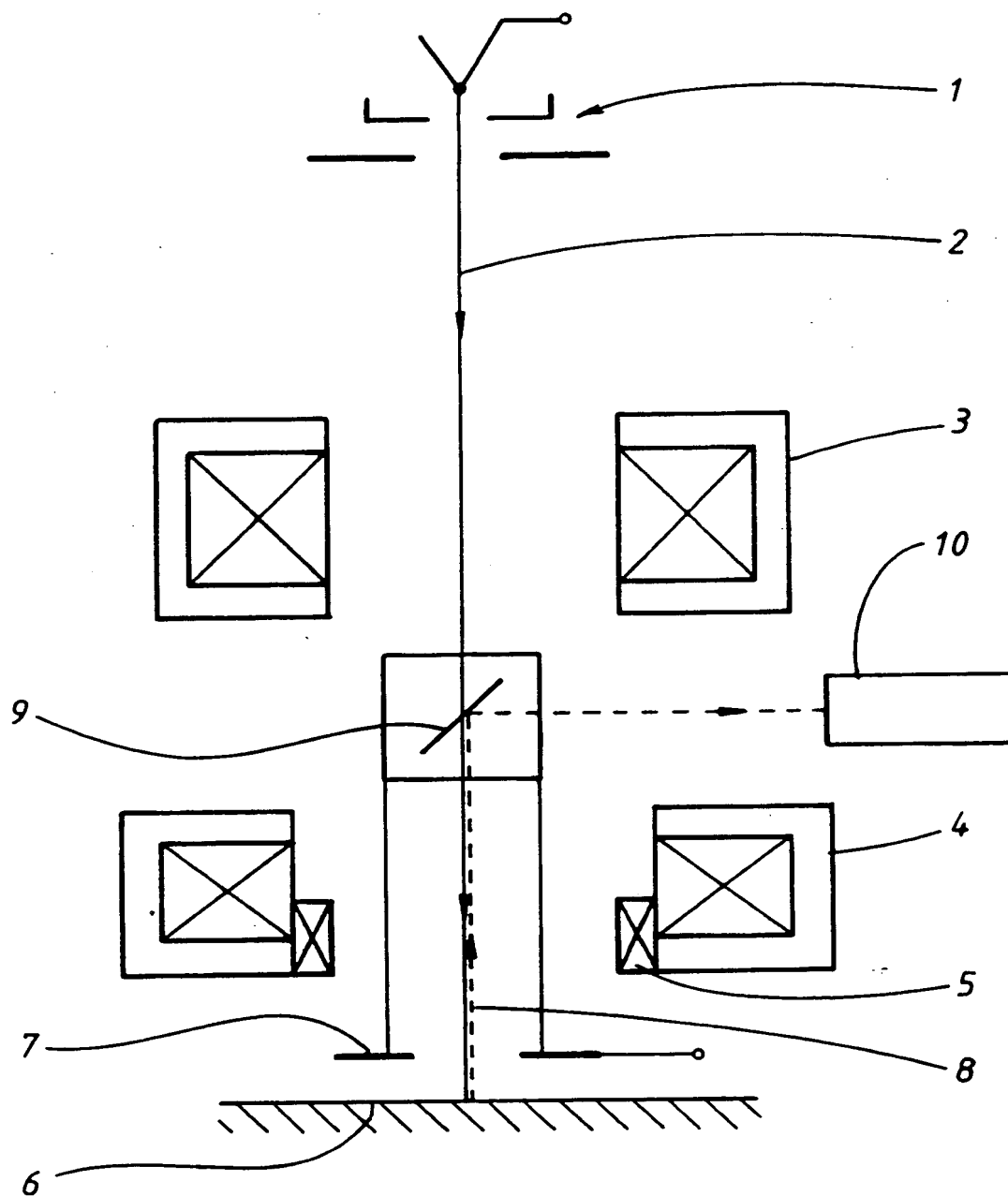


Fig. 1

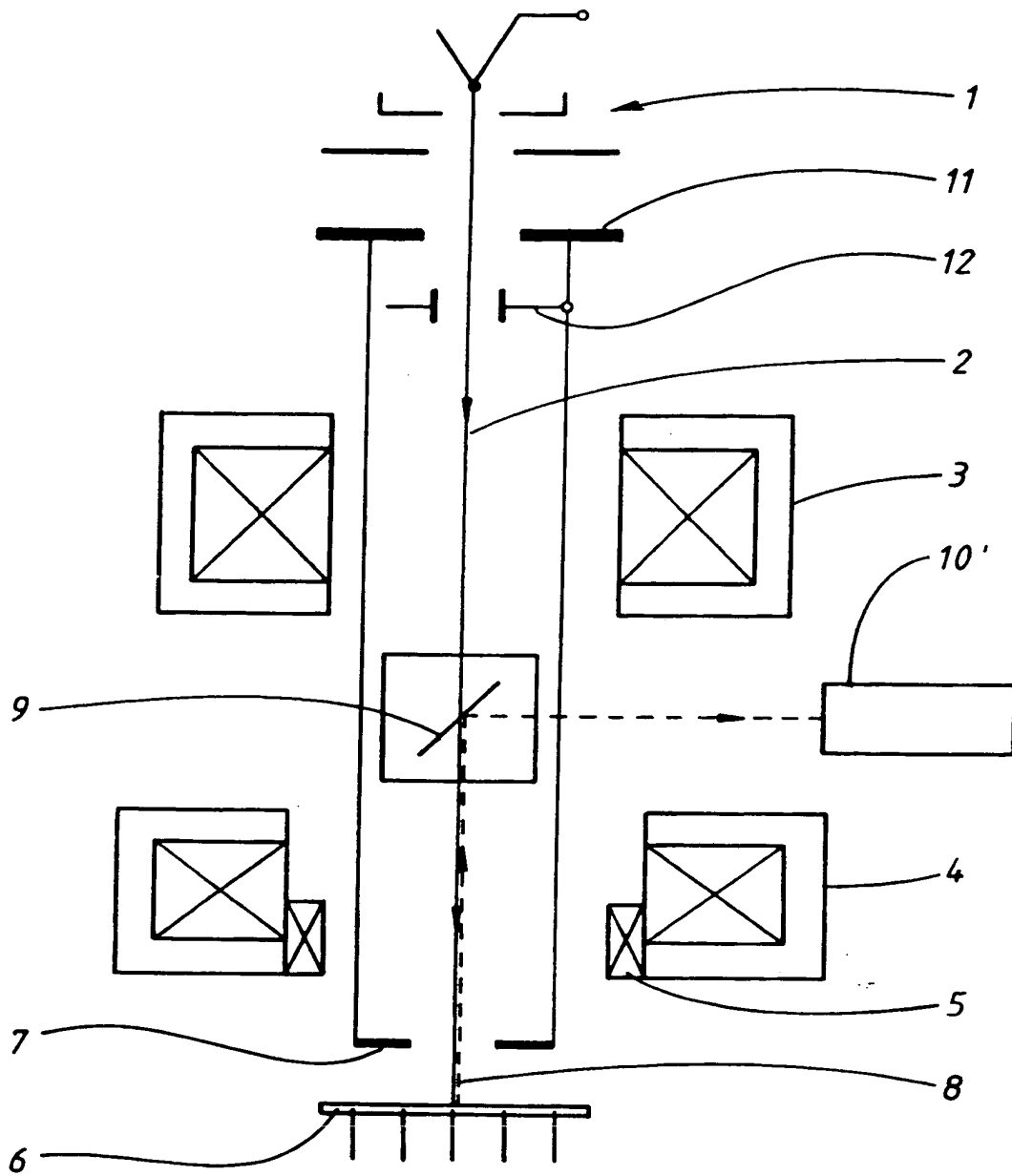


Fig. 2

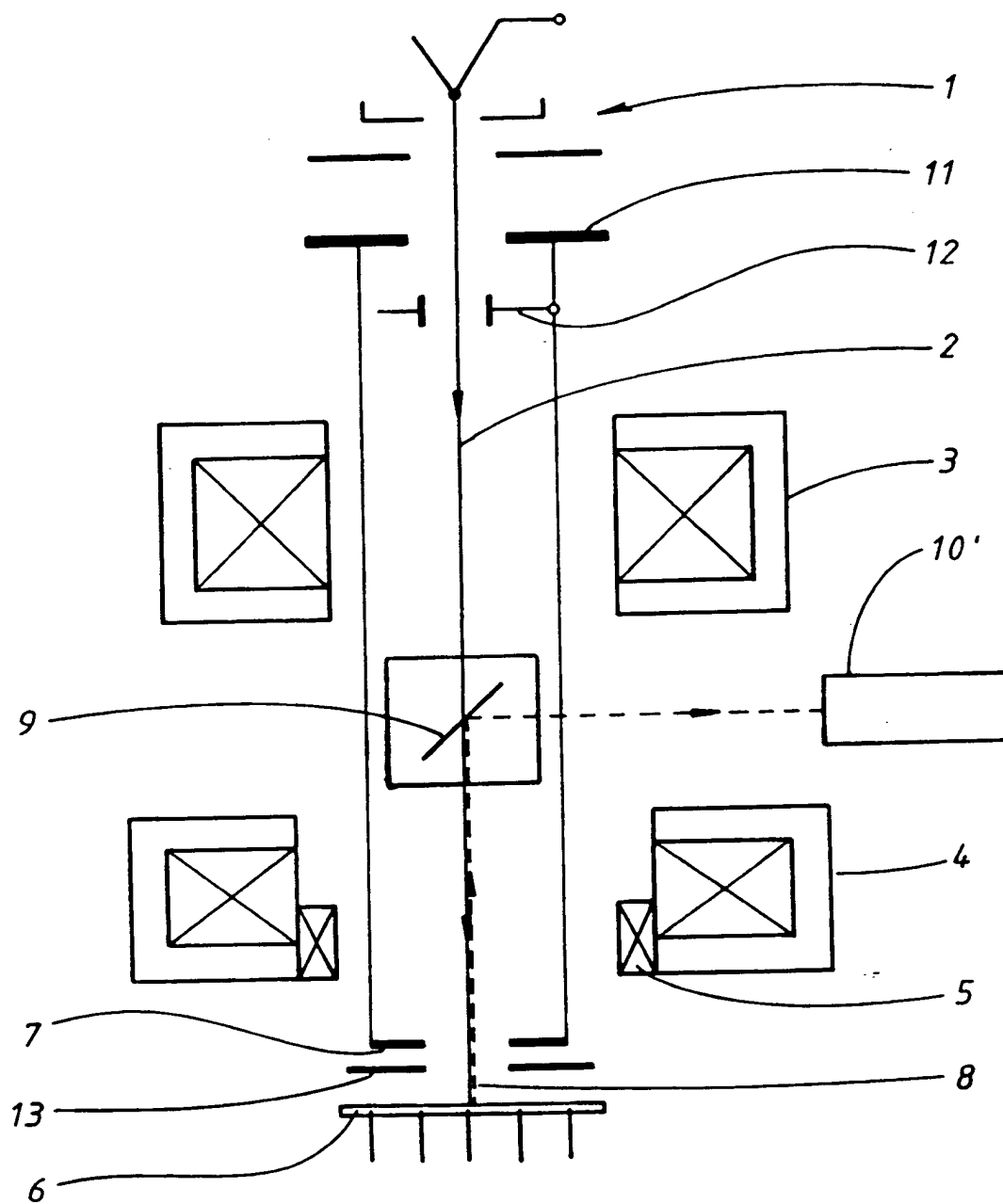


Fig.3

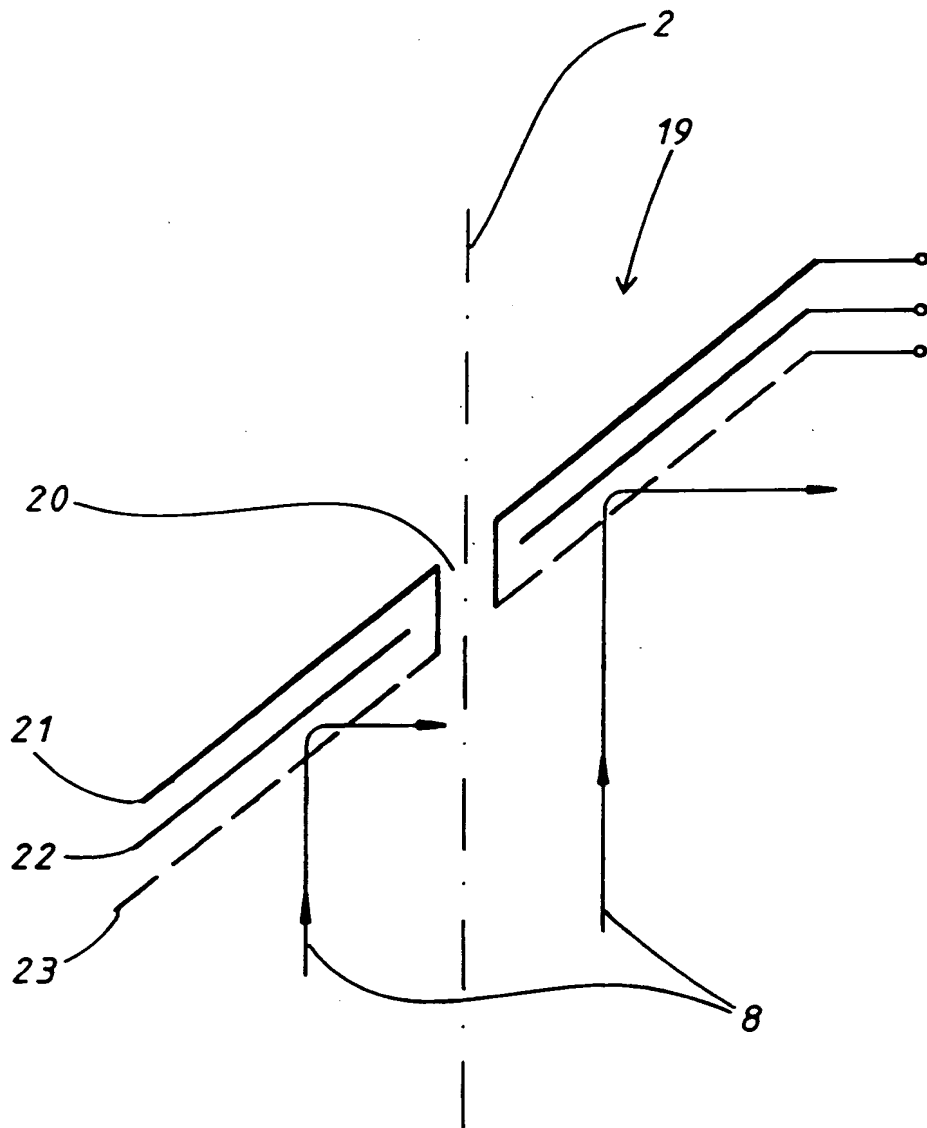


Fig. 4

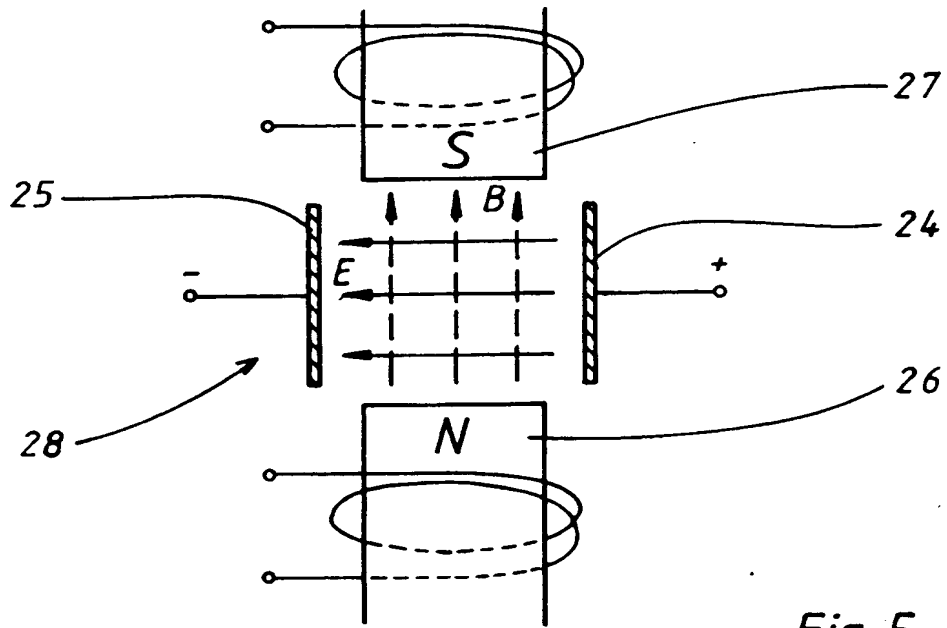


Fig. 5

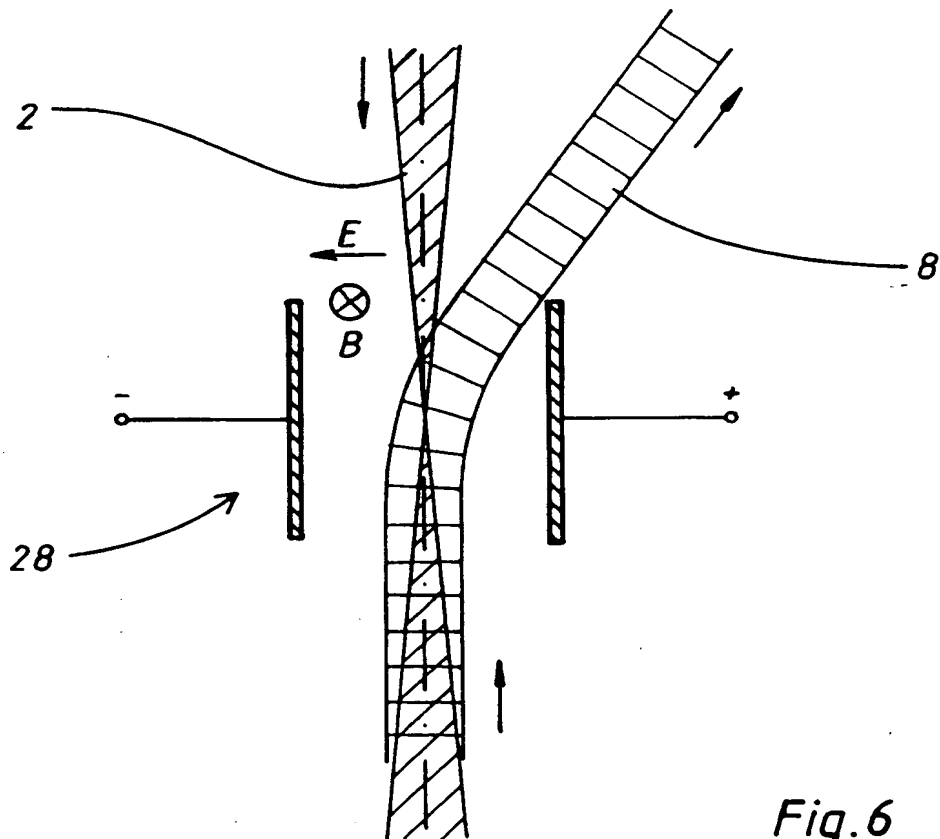


Fig. 6

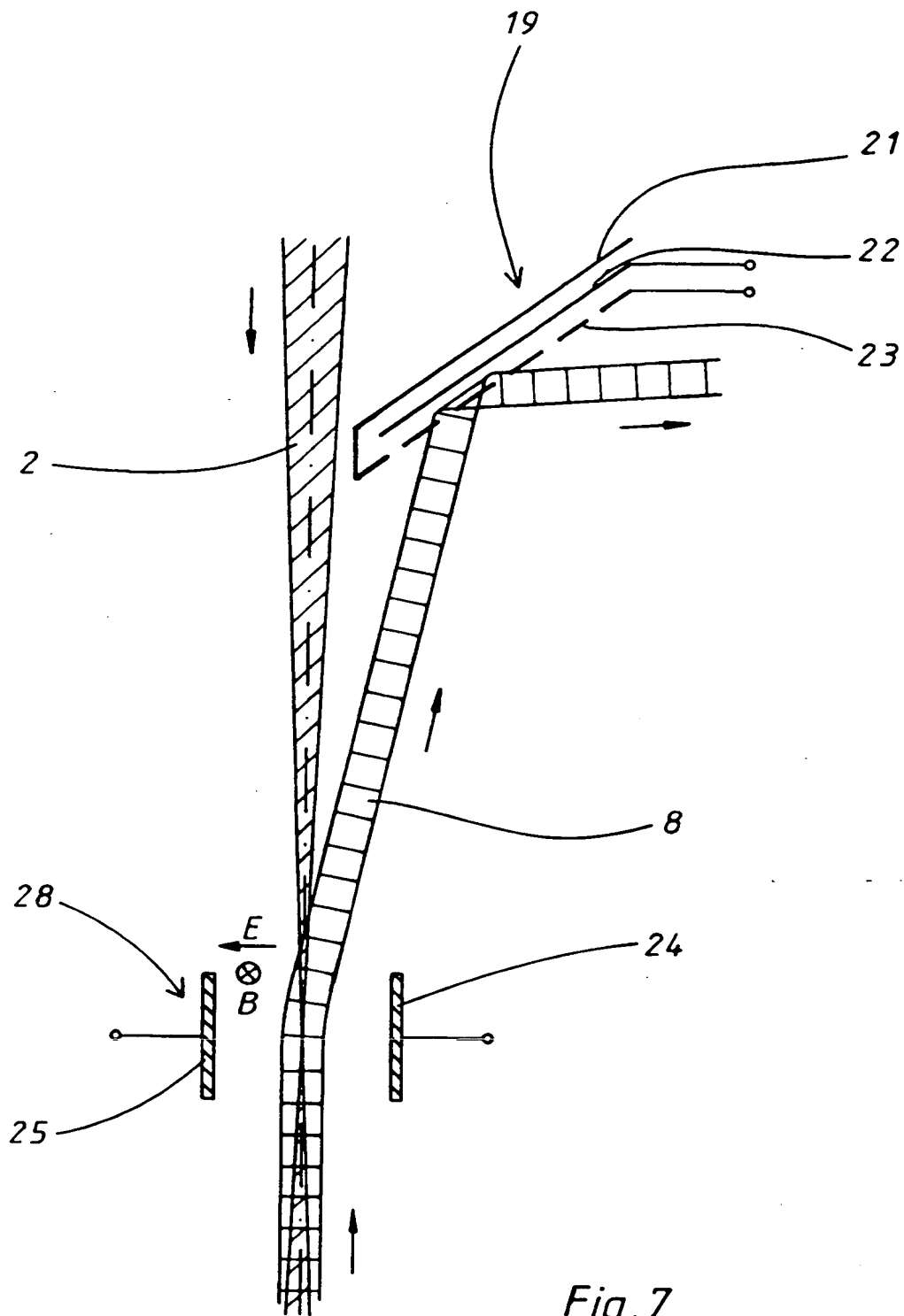
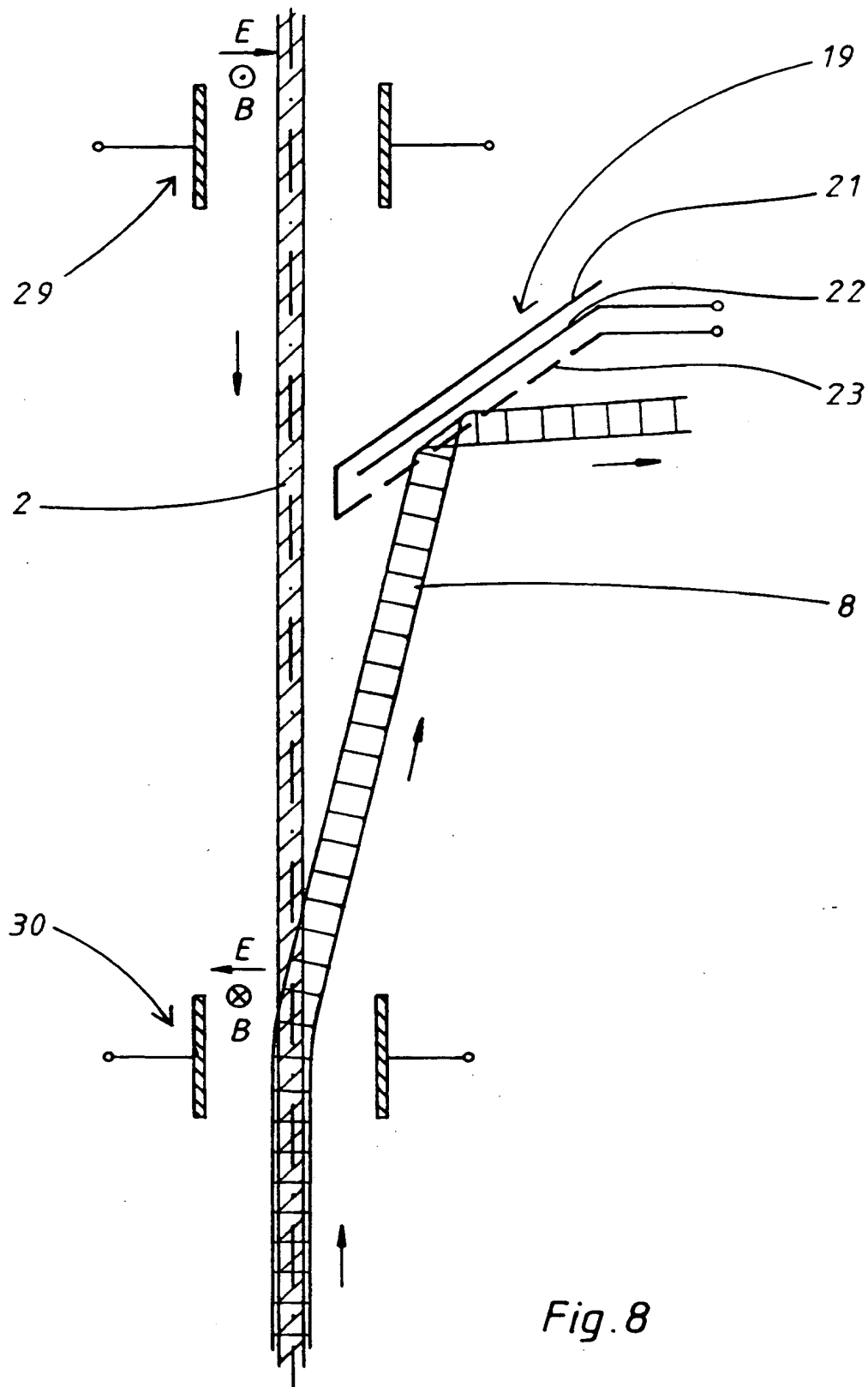
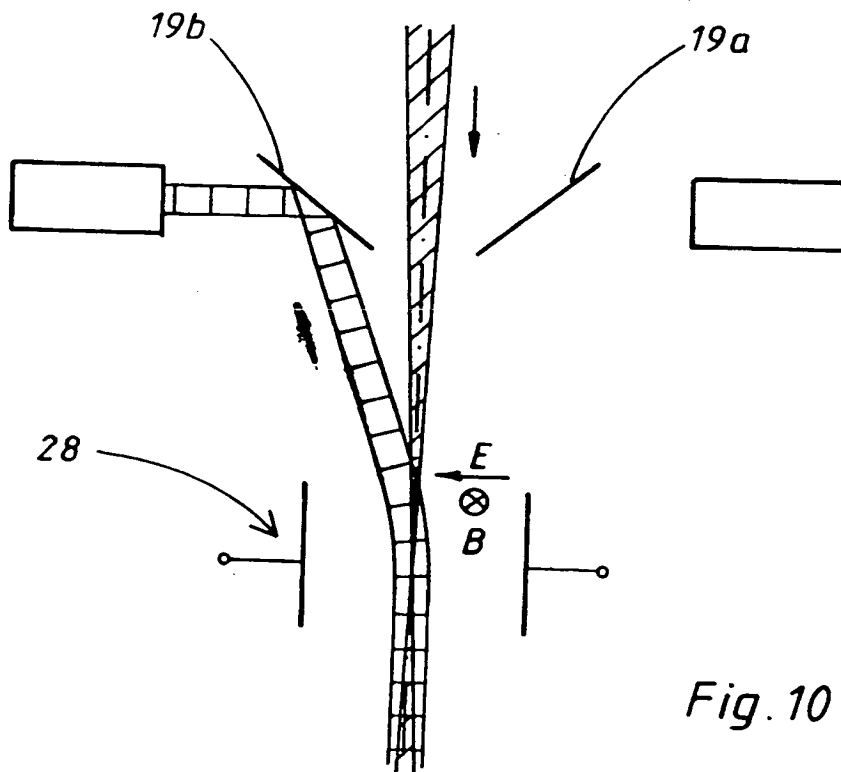
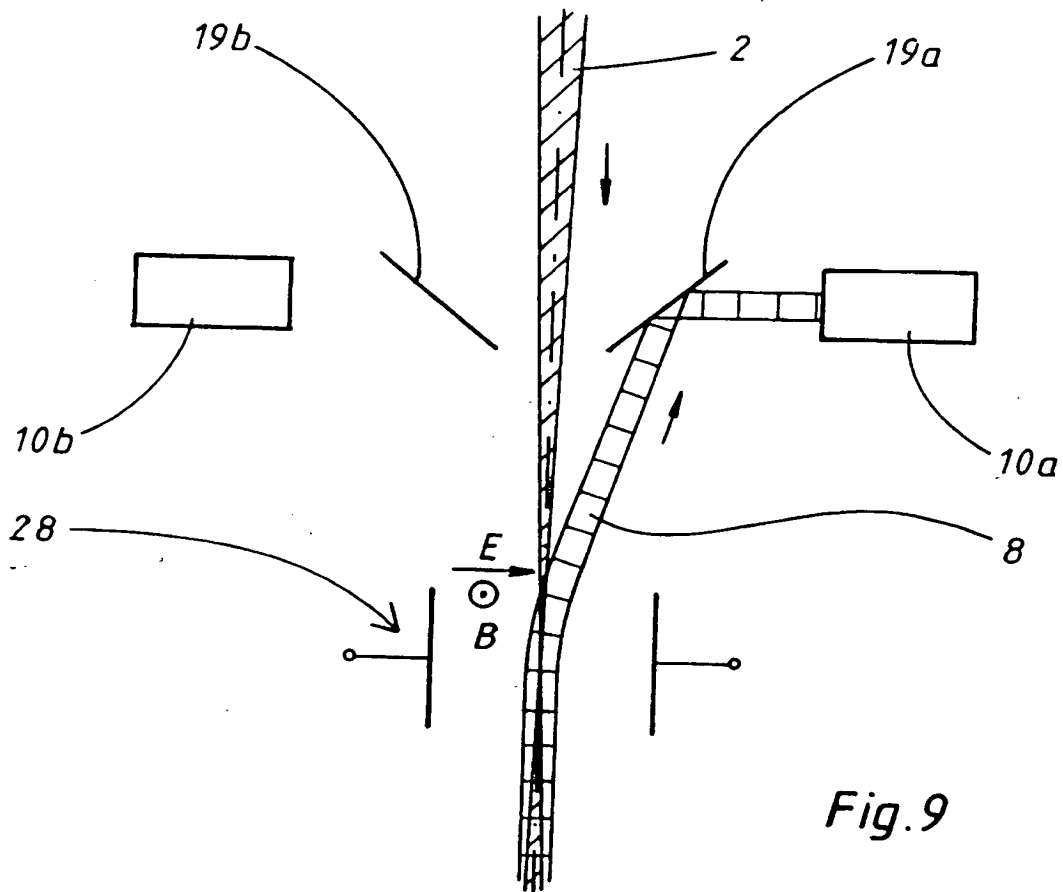
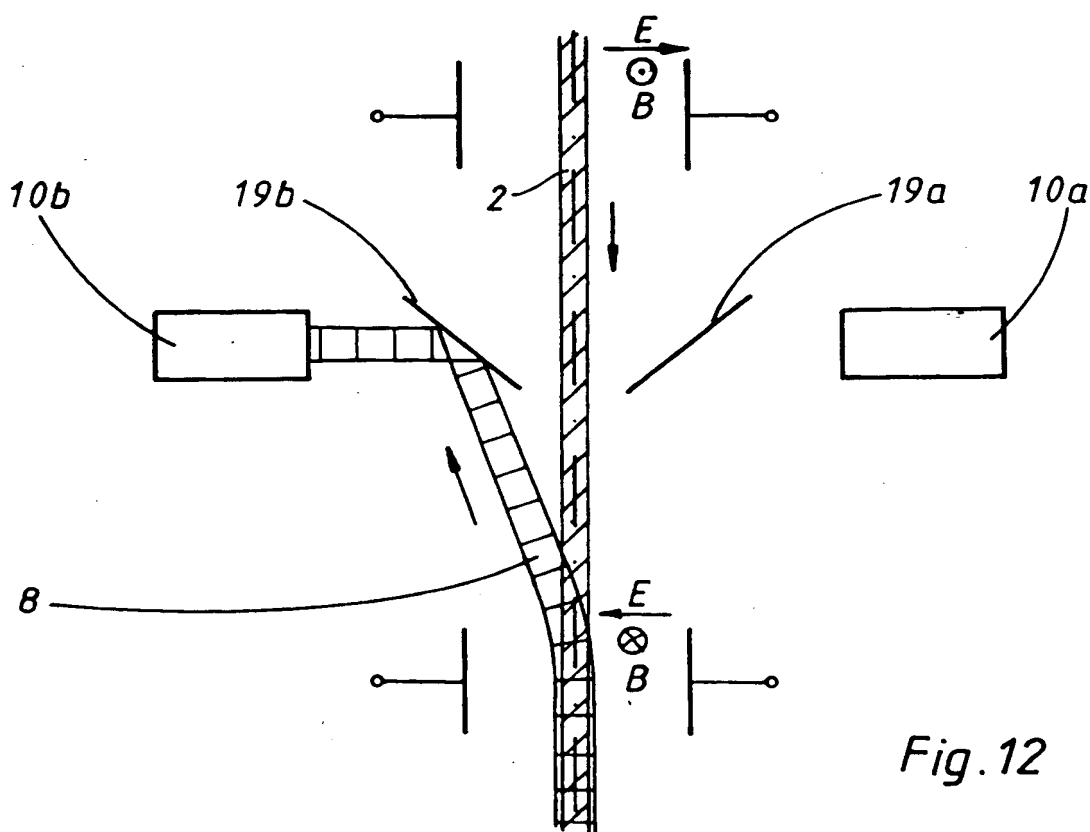
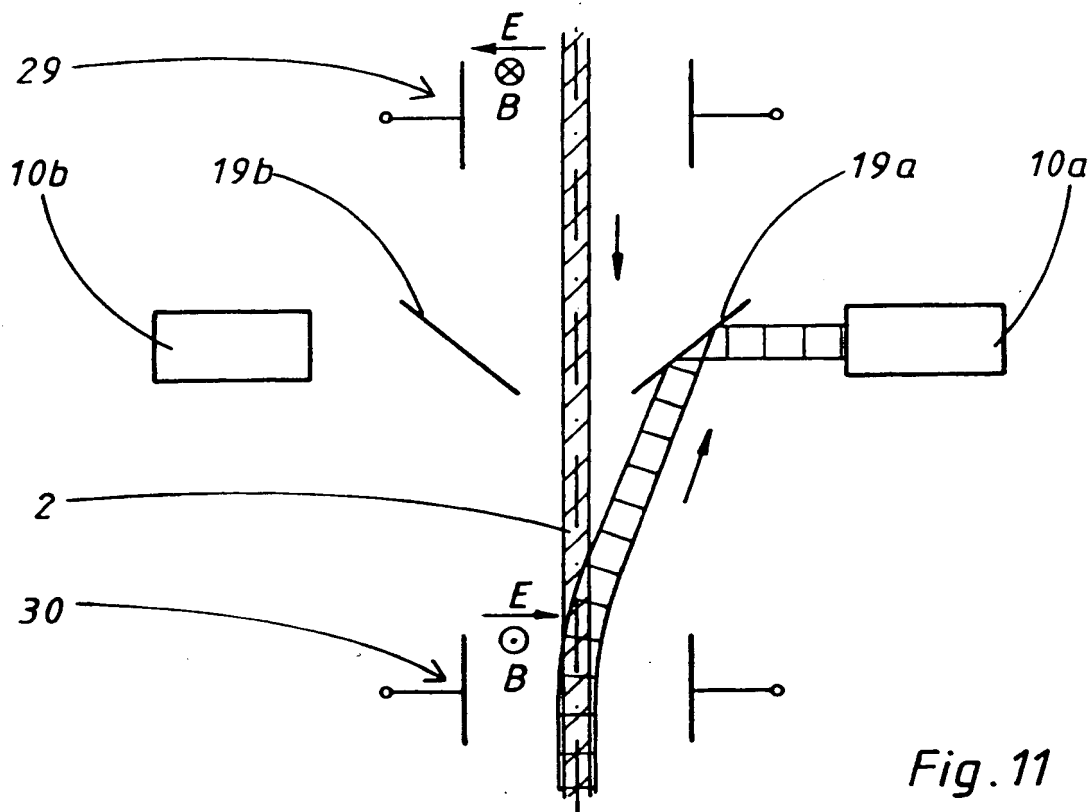


Fig. 7







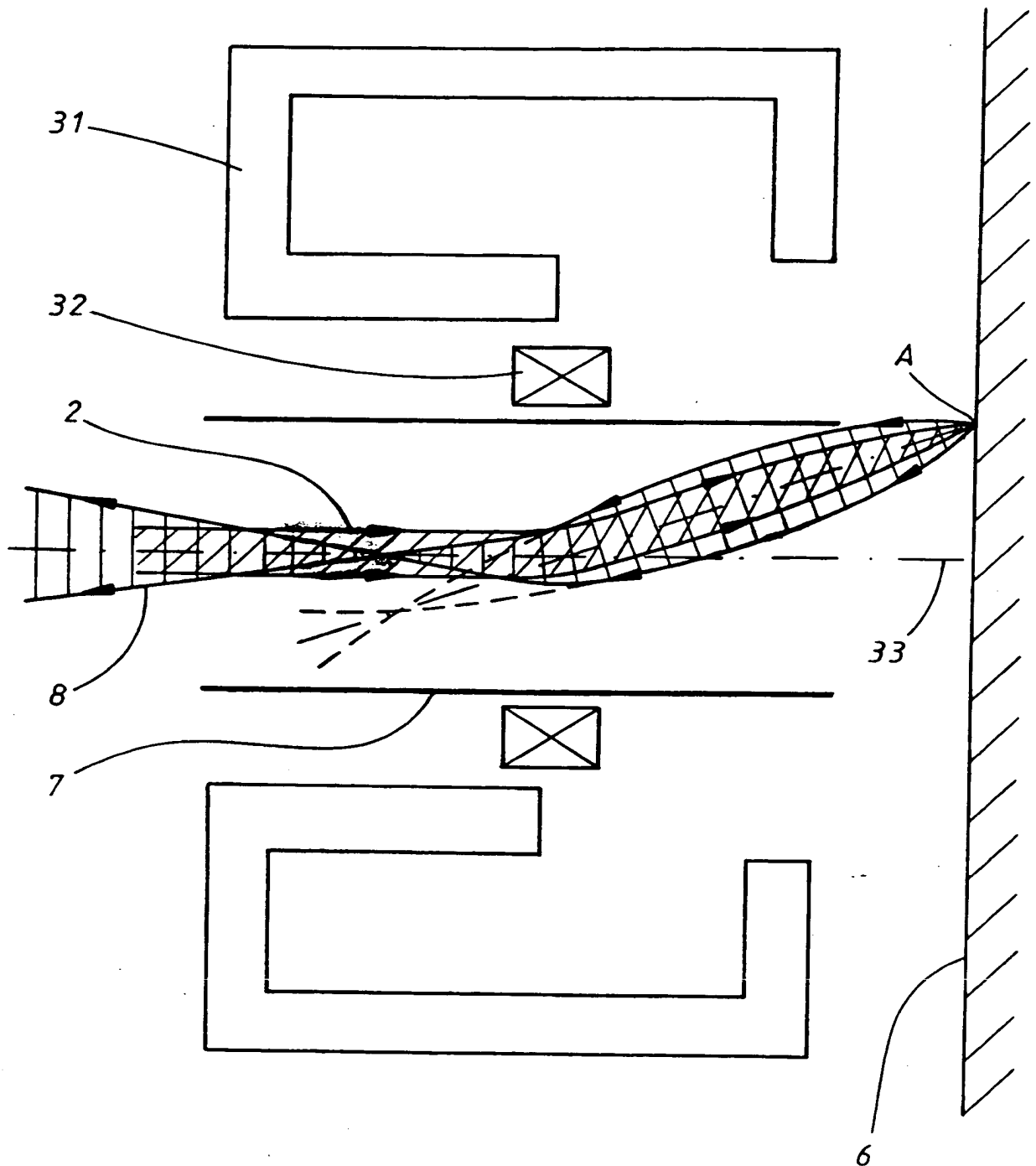


Fig. 13

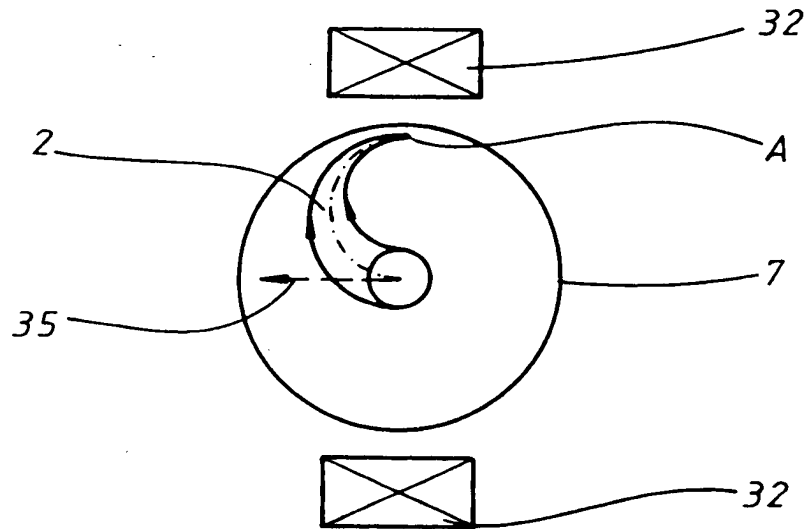


Fig. 14

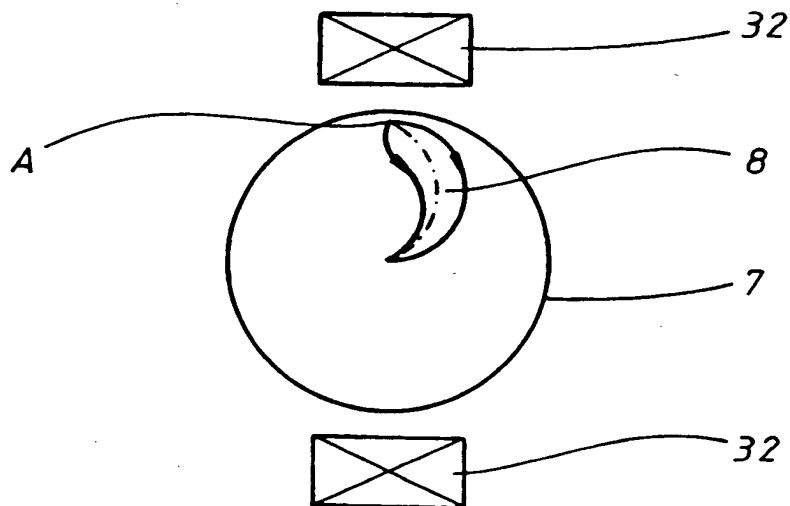


Fig. 15